

عوامل حیاتی موفقیت نوآوری در محصولات و سیستم‌های پیچیده (CoPS): مطالعه موردی: پروژه بالگرد ملی سازمان صنایع هوایی

سیدعلی حسینی^۱

مهدی محمدی^۲

حجت‌اله حاجی حسینی*^۳

چکیده

محصولات و سیستم‌های پیچیده (CoPS^۴)، نقش مهم و روزافزونی در فعالیت‌های اقتصادی بنگاه‌ها، صنایع و کشورها ایفا می‌کنند. در دو دهه گذشته با تغییرات گسترده در بازار و تکنولوژی، کشورهای پیشرفته صنعتی به سمت تولید و نوآوری در CoPS متمایل شده‌اند. در حال حاضر در اولویت‌های پژوهش و فناوری کشور به طرح‌های کلان ملی همچون ساخت هواپیمای ۱۵۰ نفره و ... اشاره شده‌است. این شرایط بیانگر لزوم بررسی ویژگی‌های اثرگذار بر موفقیت این طرح‌های کلان است. لذا در این پژوهش عوامل حیاتی موفقیت نوآوری در محصولات و سیستم‌های پیچیده معرفی و بررسی شده‌است. پس از استخراج شاخص‌های اثرگذار بر موفقیت نوآوری و ارائه آن‌ها در قالب یک مدل، روایی این مدل و تأیید روابط آن از طریق داده‌های پرسشنامه‌ای و روش تحلیل عاملی بررسی شده و نقاط ضعف و قوت پروژه تولید بالگرد ملی از منظر شاخص‌های موفقیت نوآوری ارائه شده‌است. جامعه آماری این پژوهش مشتمل بر اساتید دانشگاه تهران و خبرگان سازمان صنایع هوایی و پنجا می‌باشد. نتایج این پژوهش حاکی از ضعف بودن پروژه بالگرد ملی در شاخص‌های ورود سریع به بازارهای مستعد، انعطاف‌پذیری، زمان‌بندی فعالیت‌های پروژه، ایجاد مهارت‌های چندگانه، مدیریت پیچیدگی و عدم قطعیت، و استفاده از دانش یکپارچه‌شده در فرآیند توسعه محصول جدید است.

کلمات کلیدی:

محصولات و سیستم‌های پیچیده، نوآوری، عوامل حیاتی موفقیت، بالگرد ملی

۱. دانشجوی دکتری مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی

۲. عضو هیئت علمی دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

۳. عضو هیئت علمی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: hajihoseini@irost.org

۱- مقدمه

از اواسط دهه ۱۹۶۰، محیط نوآوری تغییرات قابل توجهی نموده است. تغییرات تکنولوژیک، سیاست‌گذاری و مالی، سرعت نوآوری در صنایع کلیدی CoPS مانند مخابرات، انرژی، صنایع ریلی و هوایی را دوچندان کرده، سرعت رشد بازارها و جهانی‌سازی بنگاه‌ها افزایش یافته و ایجاد قواعد جدید در فضای کسب‌وکار را موجب شده است. سازوکارهای جدید تأمین مالی و معاملات مانند سرمایه‌های بخش خصوصی اجرای پروژه‌های بزرگ‌تری را ممکن ساخته است. از سوی دیگر قانون‌زدایی تعداد زیادی از کشورها در بخش‌هایی همچون مخابرات، هوافضا و انرژی هسته‌ای بازاری جهانی برای تجهیزات و خدمات سرمایه‌ای فراهم نموده است.

محصولات و سیستم‌های پیچیده یکی از حوزه‌های اولویت‌دار دستیابی به مزیت رقابتی برای کشورهای آمریکا، اتحادیه اروپا و آسیای شرقی است. عملکرد ضعیف کشورهای شرق آسیا به جز ژاپن در صادرات کالاهای سرمایه‌ای علی‌رغم نقطه قوت آن‌ها در کالاهای تولید انبوه مانند لوازم الکترونیکی، پوشاک و کفش جالب توجه است (ابگلن^۱، ۱۹۹۴). حتی بنگاه‌های بزرگ تایوانی و کره‌ای نیز در کالاهای سرمایه‌ای پیشرفته دارای ضعف بوده و ناچار به واردات آن از ژاپن، آمریکا و اروپا هستند. صرف‌نظر از ژاپن، سایر کشورهای آسیای شرقی در مراحل ابتدایی توسعه کالاهای پیچیده قرار داشته و سرمایه‌گذاری سنگینی روی هم‌پایی، کاهش واردات و افزایش سهم بازار در حوزه صنایعی نظیر نیروگاه‌های هسته‌ای، هوافضا و مخابرات انجام می‌دهند (پارک^۲، ۲۰۱۲).

به سه دلیل می‌توان مطالعه محصولات و سیستم‌های پیچیده را مورد توجه قرار داد. اول این که این قبیل محصولات نقش مهمی در اقتصاد مدرن جوامع ایفا می‌کنند. کالاهای سرمایه‌ای (CoPS) نیز در زمره کالاهای سرمایه‌ای قرار می‌گیرد) مهمی که در تولید، خدمات، کسب‌وکار و توزیع مورد استفاده قرار می‌گیرند همواره نقشی حیاتی در پیشرفت صنعتی و اقتصادی کشورها داشته‌اند. همان‌گونه که روزنبرگ^۳ (۱۹۷۶) اشاره می‌کند کالاهای سرمایه‌ای نقطه ورود تکنولوژی‌های نوین به نظام اقتصادی است. دوم، به دلیل این که اکثر مطالعات نوآوری روی مدل‌های سنتی همچون محصولات مصرفی تولید انبوه انجام گرفته است جهت شناخت بهتر از فرآیندهای نوآوری در محصولات و سیستم‌های پیچیده می‌بایست تجربیات، مفاهیم و مدل‌های جدیدی به کار گرفته شود. سوم این که در سطح عملی

1 . Abegglen

2 . Park

3 . Rosenberg

از استراتژی بنگاه‌ها و سیاست‌های دولت درک عمیقی از نوآوری در محصولات و سیستم‌های پیچیده زمینه را برای افزایش عملکرد بنگاه‌ها و جهت‌دهی دولت به نهادهای سیاست‌گذار و تصمیم‌گیرنده فراهم می‌سازد. لذا اهمیت این صنایع در رشد اقتصاد کشور، ملی بودن غالب این پروژه‌ها و افزایش تعداد آن‌ها در سال‌های اخیر، لزوم تفکیک آن‌ها از سایر انواع محصولات و شناخت عوامل موفقیت نوآوری در قالب پروژه‌های واقعی را خاطر نشان می‌سازد.

در ادامه پژوهش به بررسی ماهیت و تعاریف محصولات و سیستم‌های پیچیده، نوآوری و عوامل حیاتی موفقیت آن در این محصولات پرداخته خواهد شد. سپس این عوامل جمع‌بندی شده و در پروژه بالگرد ملی سازمان صنایع هوایی به آزمون گذاشته خواهد شد.

۲- پیشینه تحقیق

۲-۱- محصولات و سیستم‌های پیچیده

محصولات و سیستم‌های پیچیده (CoPS)، نقش مهم و روزافزونی در فعالیت‌های اقتصادی بنگاه‌ها، صنایع و کشورها ایفا می‌کنند. در دو دهه گذشته با تغییرات گسترده در بازار و تکنولوژی، کشورهای پیشرفته صنعتی به سمت تولید CoPS متمایل شده‌اند (هانسن و دیگران^۱، ۱۹۹۸). اولین بار «هابدی» مفهوم CoPS را در مطالعات نوآوری روی موتور هواپیما و تجهیزات مخابراتی ارائه کرد (ژانگ^۲، ۲۰۰۹؛ لو ژانگ^۳، ۲۰۱۱).

CoPS را می‌توان کالاهای سرمایه‌ای، سیستم‌ها، شبکه‌ها، واحدهای کنترل، بسته‌های نرم‌افزاری، سازه‌ها و خدماتی که هزینه‌بر، وابسته به تکنولوژی و اختصاصی هستند تعریف نمود (هاردستون^۴، ۲۰۰۴؛ چن و دیگران^۵، ۲۰۰۷). بر اساس این تعریف، CoPS زیرمجموعه‌ای از کالاهای سرمایه‌ای است. کالاهای سرمایه‌ای تکنولوژیک که اسباب و لوازم تولید و خدمات را فراهم می‌آورند و به‌مثابه ستون فقرات اقتصاد مدرن هستند.

در سایر تعاریفی که از این دسته محصولات ارائه شده‌است نیز به مواجه بودن تولید و نوآوری در آن‌ها با پیچیدگی فزاینده اشاره شده‌است. نه تنها به خاطر اینکه محدوده گسترده‌ای از اجزا، مهارت‌ها

1 . Hansen et al

2 . Zhang

3 . Lu Zhang

4 . Hardstone

5 . Chen et al

و دانش متنوع را دربر می‌گیرد بلکه به این خاطر که تعداد زیادی از بنگاه‌ها (یا واحدهای گوناگون سازمانی یک بنگاه خاص) را به همکاری در تولید وادار می‌کند. در سالیان گذشته فناوری اطلاعات و نرم‌افزار، ماهیت CoPS را متحول نموده‌است و منجر به سطوح جدیدی از عدم قطعیت و ریسک در طراحی و تولید شده‌است.

واژه «پیچیده» بیانگر اجزای خاص و یکپارچه‌شده، وسعت دانش و مهارت‌های موردنیاز، و میزان به‌کارگیری دانش در تولید می‌باشد. شاخص‌های پیچیدگی محصول عبارتند از: تعداد اجزا، میزان اختصاصی بودن سیستم و اجزا، تعداد طراحی‌های ممکن، میزان دقت معماری سیستم، گستره و عمق دانش و مهارت موردنیاز و مواد و اطلاعات موردنیاز. براین اساس بعضی از محصولات بسیار پیچیده به شمار می‌روند مانند هواپیماهای نظامی نسل جدید. در سوی دیگر بعضی محصولات از پیچیدگی کمی برخوردارند. در این محصولات مرزهای عدم قطعیت به خوبی درک شده، معماری و اجزا نسبتاً ثابت بوده، و ریسک درونی کمی دارند مانند شبیه‌ساز پرواز. ماهیت CoPS می‌تواند منجر به پیچیدگی زیاد کارها شده که این پیچیدگی به‌نوبه خود شکل‌های خاصی از مدیریت و سازماندهی صنعتی طلب می‌کند (هابدی^۱، ۲۰۰۰)

در جدول زیر ابعاد و ویژگی‌های CoPS خلاصه شده‌است.

جدول ۱. ابعاد و ویژگی‌های CoPS (کیامهر و دیگران^۲، ۲۰۱۵؛ هابدی، ۲۰۰۰)

ابعاد	ویژگی‌ها
هزینه واحد/ بعد مالی پروژه	هزینه تولید هر واحد و ابعاد مالی تولید معمولاً بالا است و از لحاظ مالی کمک زیادی هم به تأمین‌کنندگان و هم مصرف‌کنندگان می‌نماید.
حجم تولید	در پروژه‌های منحصربه‌فرد یا دسته‌های کوچک تولید می‌شوند. هیچگاه به صورت انبوه تولید نمی‌شوند، چرخه عمر محصول می‌تواند چند دهه به طول انجامد و تصمیم به سرمایه‌گذاری در این پروژه‌ها می‌تواند ماه‌ها یا سال‌ها در مرحله مطالعات قبل از آغاز پروژه طول بکشد.

1 . Hobday

2 . Kiamehr et al

ابعاد	ویژگی‌ها
چرخه عمر محصول	این محصولات غالباً فاز رشد طولانی‌مدت دارند و به مرحله بلوغ نمی‌رسند. معمولاً از چند فاز شامل انعقاد قرارداد، طراحی کلی و طراحی دقیق، تولید، تحویل محصول و نصب، نوآوری‌های پس از تولید، خدمات تعمیر و نگهداری و گاهی از کار انداختن و انهدام محصول می‌شود. مراحل تولید از طراحی ذهنی و کلی تا تحویل خدمت یا محصول را دربر می‌گیرد.
نیاز به موازنه و بهینه‌سازی بین اهداف	از آنجاکه این پروژه‌ها دارای ذی‌نفعان گوناگون بوده و هر کدام دارای اهداف و اولویتهای خاص خود است به موازنه بین اهداف گوناگون همچون هزینه، زمان‌بندی، کیفیت، ایمنی و ... نیازمند است.
تازگی تکنولوژیک	غالباً از میزان مشخصی تازگی و نوآوری تکنولوژیک برخوردارند.
معماری محصول	CoPS از تعداد زیادی واحدهای کنترل مرتبط، زیرسیستم‌ها و اجزای خاص تشکیل شده‌اند. بنابراین میزان سلسله‌مراتبی بودن سیستم نسبتاً بالا است و معماری‌ها تا حد زیادی دقیق‌اند.
درجه اختصاصی بودن	از میزان قابل توجهی از اختصاصی بودن سطح سیستم و سطح اجزا برخوردارند.
حلقه‌های بازخورد	حلقه‌های بازخورد به مراحل پیشین وجود دارند که نسبت به معماری کلی سیستم یا طراحی هر یک از اجزا هشدار می‌دهند.
محدوده دانش و مهارت	یکی از ابعاد پیچیدگی CoPS تنوع دانش و مهارتی است که همگی باید در محصول نهایی یکپارچه شوند. برای مثال در هواپیمای مدرن مهارت‌های متنوعی که دربردارنده مواد جدید، تکنولوژی‌های نرم‌افزاری، مکانیک سیالات و سیستم‌های مخابراتی هستند باید لحاظ شوند.
نیاز به هماهنگی بالا	تولید CoPS به محدوده گسترده‌تری از توان فنی و مدیریت یک بنگاه نیازمند بوده و همکاری با دیگر بنگاه‌ها بخش مهمی از فرآیند مدیریت پروژه است.

ابعاد	ویژگی‌ها
درجه بالای مشارکت کاربران	معمولاً در پروژه‌های CoPS درجه مشارکت کاربران پیشرو بالا است. گاهی نیازهای کاربران به وضوح مشخص نیست و گاهی کاربران موجب ایجاد تغییرات در نیازمندی‌های پروژه می‌شوند.
مشارکت تأمین‌کنندگان	میزان مشارکت تأمین‌کنندگان می‌تواند به پیچیدگی مشکلات هماهنگی بیافزاید. هرچه تعداد بنگاه‌های درگیر در تعریف، طراحی و تولید محصول بیشتر باشد هماهنگی مشکل‌تر می‌شود.
مشارکت قانون‌گذاران	مشارکت قانون‌گذاران می‌تواند مسیر نوآوری CoPS را شکل دهد. وضع قوانین می‌تواند جهت تأمین ایمنی (مانند هواپیما و ساختمان‌ها)، استانداردهای مرتبط (مانند ارتباطات راه دور) و دیگر دلایل باشد. در بعضی صنایع، قانون‌گذاران در محصولات جدید، تأیید نوآوری‌های طراحی، بررسی روش‌های تولید و افزودن معیارهای جدید به سیستم و اعتبار آن همکاری می‌کنند.

۲-۲- عوامل حیاتی موفقیت نوآوری در محصولات و سیستم‌های پیچیده

ایده اولیه عوامل حیاتی موفقیت توسط رونالد دنیل در سال ۱۹۶۱ مطرح گردید. عوامل حیاتی موفقیت اشاره به حوزه‌های محدودی در هر پروژه یا کسب‌وکار دارد که چنانچه به نتایج مطلوب منجر شوند مزیت و کارایی رقابتی مناسبی را برای سازمان به همراه خواهند داشت (تیسنگ و نگوین، ۲۰۱۱؛). این عوامل که برای پیاده‌سازی و موفقیت یک سیستم نقش حیاتی ایفا می‌کنند می‌بایست قابل کنترل، قابل اندازه‌گیری و از لحاظ تعداد محدود باشند. در واقع با وجود این که عوامل حیاتی موفقیت (در بعضی منابع تحت عنوان عوامل کلیدی موفقیت نام برده شده‌اند) از لحاظ تعداد در یک سازمان محدودند اما نقش بسزایی در موفقیت سازمان یا مجموعه‌ای از سازمان‌ها در یک محیط رقابتی ایفا می‌کنند. بعضی از محققین CSFها را عوامل یا پارامترهایی می‌دانند که برای حصول اطمینان از موفقیت مستمر سازمان لازم بوده و نشان‌دهنده حوزه‌های مدیریتی هستند که می‌بایست مورد توجه کافی واقع شوند تا به سازمان به سطح مناسبی از عملکرد نائل آید (هوانگ و لای، ۲۰۱۲).^۲ بعضی دیگر نیز عوامل

1 . Tseng & Nguyen

2 . Huang&Lai

حیاتی موفقیت را ابزاری برای اندازه‌گیری عملکرد سازمان در مسیر نیل به اهدافش معرفی می‌کنند (گودین و دیگران^۱، ۲۰۱۳). مدل‌های نوآوری متفاوتی در ادبیات موجودند که پرکاربردترین آن‌ها مدل پویای الگوی نوآوری «آتریک»^۲ بر مبنای چرخه عمر، چارچوب ارزیابی نوآوری «چیزا»^۳ و مدل فاکتورهای نوآوری موفق «کوپر» می‌باشند (یاکی سی^۴، ۲۰۱۱). اما ابعاد مالی و پیچیدگی CoPS مسائل قابل توجهی در ارتباط با نوآوری مطرح می‌سازد. نوآوری در این بخش کاملاً با مدل نوآوری سنتی که در تولید انبوه اتفاق می‌افتد متفاوت است. میلر^۵ (۱۹۹۵) معتقد است مدل سنتی مناسب تولید کالاهای انبوه بوده و برای تولید محصولات گروه دیگر یعنی CoPS کارایی ندارد. لذا می‌بایست عوامل موفقیت نوآوری مختص این قبیل محصولات متمایز گردند. در ادامه به معرفی شاخص‌های ذکرشده در منابع که بر موفقیت پروژه‌های CoPS تاثیر گذارند پرداخته می‌شود.

قابلیت‌های سازمانی. در ادبیات این حوزه حجم زیادی از پژوهش‌ها به قابلیت‌های سازمانی، روتین‌ها، دانش، مهارت و تجربه و تأثیرگذاری آن‌ها بر پویایی‌های درونی و رشد بنگاه اختصاص یافته‌است. «پنروز»- بنیان‌گذار دیدگاه منبع محور- عنوان می‌کند که بنگاه‌های موفق با استفاده تخصصی از منابع فیزیکی (دارایی‌های ملموس مانند مواد خام، کارخانه و تجهیزات) و منابع انسانی (دارایی‌های ناملموس مانند مهارت‌ها و دانش فنی، مدیریتی و مالی)، بنیان‌های کسب‌وکار خود را استحکام می‌بخشند. بنگاه‌هایی که کسب‌وکار خود را با موفقیت گسترش داده‌اند از طریق تمرکز بر موقعیت پایه خود با در نظر گرفتن منابع، تکنولوژی و بازارهای مخصوص خود به این مهم اقدام ورزیده‌اند (پنروز^۶، ۱۹۵۹).

دیدگاه منبع محور اما، تأثیر محیط بر توسعه منابع و قابلیت‌های درونی بنگاه را نادیده می‌گیرد. در واقع بنگاه‌ها قادرند بدون توسعه قابلیت‌های درونی، مهارت‌ها و تکنولوژی‌های مورد نیاز خود را از محیط کسب کرده و مزیت رقابتی خود را در محیط متغیر حفظ و تقویت کنند. پژوهش‌های اخیر نشان داده‌است که بنگاه‌های موفق در مقیاس جهانی باید قابلیت‌های پویا یا استراتژیک خود را جهت پاسخگویی و شکل دادن به تغییرات محیطی مانند تکنولوژی‌های جدید یا فرصت‌های بازار توسعه

1 . Gudienne et al

2 . Utterback

3 . Chiesa

4 . Yaqi si

5 . Miller

6 . Penrose

بخشند (دیویس و دیگران، ۲۰۰۰). هامل و پراهالاد^۱ (۱۹۹۴) بر نقش مدیران در تولید مزیت رقابتی از طریق استفاده هوشمندانه از منابع و نقاط قوت بنگاه تأکید دارند و مدیریت استراتژیک را منشأ شناسایی و تولید مزیت‌های اصلی بنگاه در مواجهه با محیط پویا می‌دانند.

چندلر^۲ (۱۹۹۰) در قالب یک چارچوب مفهومی به بررسی چگونگی قرار گرفتن قابلیت‌های سازمانی در سطوح استراتژیک و عملیاتی در سلسله‌مراتب شرکت می‌پردازد (دیویس و دیگران، ۲۰۰۰). چندلر معتقد است بنگاه‌ها با بهبود قابلیت‌های استراتژیک و عملیاتی سهم بازار خود را افزایش می‌دهند. قابلیت‌های استراتژیک به توانایی بنگاه در ورود سریع به بازارهای مستعد و خروج سریع تر از بازارهای در حال افول در مقایسه با رقبا مربوط می‌شود. وظیفه مدیریت ارشد ایجاد انعطاف جهت اقدامات لازم (یا به زبان ساده‌تر قابلیت‌های پویا) به‌وسیله پایش مستمر فعالیت‌های داخلی و تنظیم استراتژی مناسب برای محیط پویا است. قابلیت‌های عملیاتی نیز در ارتقای سطح فعالیت‌های تحقیق و توسعه، طراحی محصول، تولید، توزیع، خرید و مدیریت عمومی بنگاه نقش‌آفرین هستند. مدیران میانی عهده‌دار به‌کارگیری و توسعه مهارت‌های مدیریت تولید و عملیاتی بوده و واحدهای عملیاتی را هماهنگ، یکپارچه ارزیابی می‌نمایند. این چارچوب مناسب بررسی قابلیت‌های بنگاه‌هایی است که به‌دنبال کاهش هزینه‌های تولید از طریق حرکت از تولید دسته‌ای به سمت تولید انبوه می‌باشند. در نتیجه به علت تفاوت‌های موجود بین تولید CoPS با تولید انبوه، چارچوب چندلر باید اصلاح گردد. «دیویس» به نقل از «هابدی» سه تفاوت عمده را این‌گونه برمی‌شمرد:

۱. تولید CoPS محدود به تولید واحد محصول یا دسته‌های کوچک است، چراکه این محصولات توسط سازمان‌های پروژه‌محور، برای فروش به مشتریان تجاری خاص طراحی و یکپارچه می‌گردند. برخلاف تولید انبوه، یکپارچه‌سازی سیستم و مدیریت پروژه دو قابلیت محوری تولید CoPS محسوب می‌شوند. با وجود این که اجزا و زیرسیستم‌های یکپارچه‌شده در سیستم نهایی قابل تولید در مقیاس انبوه هستند، اما کارایی عملیاتی ناشی از این تولید انبوه منبع اصلی کاهش هزینه نمی‌باشد. در واقع بهره‌برداری صحیح از منابع پروژه‌های CoPS ناشی از انعقاد قرارداد مناسب و دارا بودن قابلیت‌های پروژه‌ای برای برنده‌شدن قرارداد و تکمیل موفق پروژه‌هاست (دیویس و دیگران، ۲۰۰۰).

۲. دیگر تفاوت CoPS با تولید انبوه که باید در چارچوب چندلر اصلاح شود ترتیب فعالیت‌های

1 . Hamel and Prahalad

2 . Chandler

عملیاتی است. در تولید انبوه ابتدا محصول توسعه می‌یابد سپس تولیدشده و در انتها بازاریابی می‌شود. اما در تولید پروژه‌محور، محصول پس از دریافت سفارش توسعه‌یافته و طراحی محصول نیز حین تولید بهبود می‌یابد تا نیازمندی‌های مشتری لحاظ گردد (دیویس و دیگران، ۲۰۰۰).

۳. سومین تفاوت، سازمان‌دهی موردنیاز هر کدام از روش‌های تولید است. سیستم‌های تولید انبوه و دسته‌های بزرگ تولید نیازمند ساختار مدیریتی مکانیکی و تخصصی‌سازی وظیفه‌ای و سیستم تولید واحدی و دسته‌های کوچک نیازمند ساختارهای ارگانیک و سازمان‌دهی پروژه‌محوراند. «میدلتون» معتقد است واحدهای وظیفه‌ای در یک بنگاه تولیدکننده محصولات انبوه امور تکراری مربوط به تولید مستمر محصولات و خدمات را بر عهده‌دارند اما از انعطاف و مسئولیت‌پذیری موردنیاز پروژه‌های متغیر و پیچیده بی‌بهره‌اند (میدلتون^۱، ۱۹۶۷).

در نتیجه علاوه بر قابلیت‌های عملیاتی و استراتژیک جهت طراحی و اجرای پروژه‌های CoPS به قابلیت‌های پروژه‌ای نیاز است. این قابلیت‌ها در دو مرحله آماده‌سازی پیشنهاد مناقصه و اجرای موفق پروژه نمود بیشتری پیدا می‌کنند.

ساختار سازمانی مناسب تولید CoPS. پژوهشگران این حوزه عمدتاً به سازمان پروژه‌محور و گاهی به سازمان‌دهی ماتریسی برای مدیریت پروژه‌های CoPS اشاره نموده‌اند. مطالعات اخیر مبحث نوآوری به استفاده از شکل‌های سازمانی جدید منطبق با پیچیدگی در حال افزایش تولید، ارتباطات و تکنولوژی اذعان دارند (گن و سالتر، ۲۰۰۰). در مقابل ساختارهای وظیفه‌ای و ماتریسی، ساختار پروژه‌محور قرار می‌گیرد که فرم سازمانی ایده‌آل برای مدیریت پیچیدگی محصولات، بازارهای متغیر، مهارت‌های بین بخشی کسب‌وکار، نوآوری مشتری‌محور و عدم قطعیت تکنولوژیک (که همگی مشخصات محصولات CoPS هستند) به شمار می‌رود. نوآوری از ویژگی‌های ذاتی سازمان پروژه‌محور محسوب می‌شود چراکه متناسب با نیاز مشتری و مقتضیات هر پروژه CoPS قابل بازسازی و ساختاردهی مجدد است. (هابدی، ۲۰۰۰).

سازمان‌های پروژه‌محور، ساختارها، استراتژی‌ها و قابلیت‌های خود را حول نیازهای پروژه شکل می‌دهند. در صنایع CoPS گونه‌های مختلفی از این سازمان‌ها به چشم می‌خورد. از پیمانکاران بزرگ که در مدیریت پروژه و یکپارچه‌سازی سیستم تخصص دارند تا شرکت‌های کوچک تأمین‌کننده اجرا،

نرم افزارها و خدمات پیمانکاران بزرگ. البته لزومی ندارد که تمام بنگاه‌های درگیر در یک پروژه از ساختار پروژه‌ای استفاده نمایند. در واقع سازمان پروژه‌محور برای تولید انبوه مناسب نیست اما بنگاه‌های تولیدی بزرگ برای فعالیت‌های پیچیده و غیر روزمره خود نظیر تحقیق و توسعه، توسعه محصول جدید و تبلیغات از شکل پروژه‌ای استفاده می‌نمایند. بعضی بنگاه‌های تولیدکننده محصولات متنوع نیز هردو ساختار پروژه‌ای و واحدهای عملیاتی (یا واحدهای استراتژیک کسب و کار) را به علت ارتباط با محصولات، تکنولوژی‌ها، و بازارهای گوناگون درون خود جای داده‌اند (مانند تولیدکنندگانی که هم تلفن هم دستگاه‌های مخابراتی تولید می‌نمایند) (هابدی و راش، ۱۹۹۹). بنابراین با بررسی ادبیات این حوزه مشخص می‌گردد که عمده پژوهش‌های انجام گرفته بر تناسب ساختار پروژه‌محور با مدیریت پروژه‌های CoPS تأکید دارند.

یکپارچه‌سازی سیستم‌ها. یکپارچه‌سازی سیستم‌ها مجموعه‌ای از قابلیت‌های استراتژیک و فنی است که به کسب و کار پروژه‌ای اجازه ترکیب ورودی‌های مختلف تولید از قبیل اجزا، زیرسیستم‌ها، نرم‌افزار، مهارت‌ها و دانش جهت تولید یک محصول، سیستم، سازه، شبکه یا خدمت می‌دهد. یکپارچه‌سازی سیستم‌ها به‌عنوان یک قابلیت برای سازمان‌دهی تولید هم درون بنگاه‌ها و هم بین آن‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است. با وجود اینکه یکپارچه‌سازی در ابتدا یک مسئله فنی و عملیاتی به شمار می‌رفت، اما امروز یک قابلیت استراتژیک کسب و کار به شمار رفته و نقشی اساسی در مدیریت پروژه‌های با تکنولوژی پیشرفته بازی می‌کند. هرچه این تکنولوژی پیشرفته‌تر، پیچیده‌تر و هزینه‌بر تر باشد، یکپارچه‌سازی سیستم‌ها اهمیت بیشتری پیدا می‌کند (دیویس و هابدی، ۲۰۰۵).

یکپارچه‌سازی سیستم‌ها را توانایی درک و مدل کردن الزامات کلی یک سیستم اصلی و تعاملات و عملکرد قطعات فراوان به هم وابسته آن به شکل واضح، تطبیق فناوری‌های زیرسیستم‌های مختلف و سپس طراحی کل سیستم‌ها به همراه فرآیندهای ساخت تعریف نموده‌اند. طبق این تعریف مهارت‌های اصلی یکپارچه‌سازی سیستم‌ها به شرح زیر بیان می‌شود (منطقی و دیگران، ۱۳۹۳): درک رشته‌های فناوری اصلی و توانایی یکپارچه‌سازی آن‌ها، درک فناورانه رفتار کل سیستم بر حسب پارامترهای مربوط، توانایی طراحی کل سیستم، توانایی طراحی بیشتر اجزای کلیدی سیستم و توانایی مونتاژ واسط‌های اجزا. رواج یکپارچه‌سازی سیستم‌ها نشان‌دهنده ارزش افزوده توسعه و فروش سیستم به

جای هر کدام از اجزای آن است. در واقع ارزش افزوده سیستم بیشتر از مجموع ارزش افزوده تک تک اعضای آن است. البته این مسئله در مواردی که یک قطعه خاص یا یک زیرسیستم به طور واضحی مهم و مورد نیاز مشتری باشد صدق نمی‌کند و بنگاه به تولید اجزا به جای سیستم خواهد پرداخت، مانند شرکت‌های اینتل و مایکروسافت که بخش عمده بازار ریزپردازنده‌ها و سیستم‌عامل را در اختیار دارند (تید و دیگران^۱، ۲۰۰۵). امروزه یکی از فعالیت‌های بنگاه‌های پیشرو یکپارچه‌سازی انواع مختلف تکنولوژی، دانش و سخت‌افزار تولیدشده توسط دیگر بنگاه‌ها می‌باشد و بدین ترتیب یکپارچه‌سازی سیستم تبدیل به مزیت رقابتی بنگاه‌های یکپارچه‌ساز مانند جنرال الکتریک، دل، فورد، آی بی ام، هیولت پاکارد، نوکیا، رولز رویس و بوئینگ شده است.

یادگیری در پروژه‌های CoPS. پروژه‌های CoPS غالباً با سطح یادگیری پایین شناخته می‌شوند چراکه این پروژه‌ها ذاتاً منحصربه‌فرد بوده و تنها یک بار انجام می‌شوند (هابدی، ۱۹۹۸). مهم‌ترین چالش پیش‌روی حفظ قابلیت‌های سازمانی، یادگیری از پروژه‌های مختلف است چراکه همواره این ریسک وجود دارد که یادگیری طی این پروژه‌ها از بین رفته، در پروژه‌های بعدی از تجربیات قبلی استفاده نشده و اشتباهات گذشته تکرار شوند (وینچ^۲، ۱۹۹۷). در واقع فرصت یادگیری برای بنگاه زمانی فراهم می‌شود پروژه‌ها در زمینه‌های مشابه که شامل چرخه‌های تکراری فعالیت می‌باشند و به روتین‌ها و قابلیت‌های مشابهی نیاز دارند اتخاذ شود. اما پروژه‌های منحصربه‌فرد CoPS باید به صورت سفارشی و مطابق نیازهای هر مشتری تولید شوند. تحقیقات نشان می‌دهند که یادگیری از طریق پروژه (زیرمجموعه یادگیری سازمانی) یکی از روش‌های اصلی بنگاه‌ها برای توسعه قابلیت‌های مورد نیاز برای بهبود عملکرد می‌باشد. مشکل اصلی حفظ قابلیت‌های پروژه‌ای، از بین رفتن یادگیری و تکرار اشتباهات گذشته است مگر اینکه دانش و تجربه از یک پروژه به پروژه انتقال یابد (میدلتون، ۱۹۶۷) (Middleton, 1967). معمولاً با اتمام یک پروژه افراد تیم پروژه فرصت یا انگیزه‌ای برای تفکر روی تجارب و مستندسازی دانش قابل انتقال برای استفاده در پروژه‌های آتی ندارند (کومبز و هال^۳، ۱۹۹۷). در تولید CoPS صرفه‌جویی بیشتر ناشی از تکرار پروژه‌های جدید است تا اقتصاد مقیاس یا قلمرو. در واقع به اندازه سازمان یا بازه محصولات تولیدی آن ارتباطی نداشته و افزایش تعداد

1 . Tidd et al

2 . Winch

3 . Coombs and Hull

پروژه‌های اجرا شده است که می‌تواند کیفیت را افزایش و هزینه‌ها و زمان را کاهش دهد. زمانی که پروژه‌ها تکرار شوند الگوهای سازمانی مشخصی بروز می‌کنند و می‌توان نتایج مشخصی را براساس این الگوها و پروسه‌ها پیش‌بینی نمود تا موانع احتمالی یا عوامل شکست را از پیش‌رو برداشت. عوامل اصلی تأثیرگذار بر اقتصاد تکرار نیز قابلیت‌های سازمانی، روتین‌ها و فرآیندها هستند که در کارایی و اثربخشی پروژه‌های قابل تکرار و مشابه نقش مهمی ایفا می‌کنند (دیویس و بردی، ۲۰۰۰).

مدیریت دانش. در پروژه‌های COPS معمولاً اتفاقات برنامه‌ریزی نشده همچون مشکلات فنی حین پیشرفت پروژه رخ می‌دهند. در بیشتر موارد اتکای تنها به دانش فعلی یکپارچه‌سازان برای حل مشکلات کافی نیست. بنابراین یکپارچه‌سازان به دانش جدید پیمانکاران فرعی و کاربران احتیاج دارند. بعضی از این گروه‌های دانش ممکن است نیازمندی‌های ناخواسته و در حین عملیات کاربران باشند. بعضی دیگر نیز شناسایی شده و از طریق تعاملات با مهندسين بنگاه‌های درون شبکه یادگیری اتفاق می‌افتد. بنابراین اکتساب دانش می‌تواند میزان یادگیری دانش خاص هر پروژه درون شبکه توسط یکپارچه‌سازان تعریف شود (چن و دیگران، ۲۰۰۷).

دانش جدید کسب شده می‌بایست یکپارچه شده و در فرآیند توسعه به کار گرفته شود. یکپارچه‌سازی دانش موجب نهادینه شدن دانش در روتین‌های توسعه شده که دستیابی راحت‌تر به راه‌حل‌ها را در آینده به دنبال خواهد داشت. اشری و نیوول^۲ (۲۰۰۵) نیز به اهمیت کاربرد دانش پرداخته‌اند که جهت یادگیری بین پروژه‌های لازم است. بنابراین حتی زمانی که یکپارچه‌سازان، دانش فنی و طراحی را از بنگاه‌های همکار موجود در شبکه دریافت کرده باشند باز هم جهت به‌کارگیری آن در توسعه سیستم به همکاری این بنگاه‌ها نیازمندند. براین اساس، یکپارچه‌سازان باید مکانیزم‌هایی برای درونی‌سازی دانش جدید ایجاد نمایند. یکپارچه‌سازی دانش در واقع فرآیند درونی‌سازی دانش جدید و تبدیل آن به مکانیزم‌های حل مسئله است.

۲-۳- جمع‌بندی مبانی نظری تحقیق

همان‌طور که در بخش مرور ادبیات اشاره شد پنج عامل اصلی از نگاه صاحب‌نظران این حوزه به‌عنوان عوامل حیاتی موفقیت نوآوری در محصولات و سیستم‌های پیچیده معرفی شده‌اند. در جدول ۲ این

1 . Davies&Brady

2 . Oshri and Newell

عوامل به همراه زیرمعیارها و محققین صاحب‌نظر در حوزه هر یک از عوامل خلاصه شده‌اند:

جدول ۲. جمع بندی عوامل و صاحب نظران آن

منابع		زیرشاخص‌ها	شاخص‌ها
1. Chandler, 1990 2. Davies and Hobday, 2005	3. Hobday, 1998	قابلیت‌های عملیاتی	قابلیت‌های سازمانی
1. Chandler, 1990 2. Davies and Hobday, 2005	3. Hobday, 1998	قابلیت‌های استراتژیک	
1. Davies and Brady, 2000 2. Chandler, 1990 3. Davies and Hobday, 2005	4. Gann and Salter, 2000 5. Hardstone, 2004	قابلیت‌های پروژه‌ای	
1. Ying Tao Ren, 2006 2. Davies and Brady, 2000 3. Davies and Hobday, 2005 4. Nightingale, 2000 5. Gann and Salter, 2000	6. Hardstone, 2004 7. Zhang and Jel, 2001 8. Hobday and Rush, 1999 9. Chen et al, 2007	سازمان پروژه‌محور	ساختار و سازماندهی و مدیریت پروژه
خبرگان		مدیریت پروژه	
1. Davies and Hobday, 2005 2. Doran and Hill, 2009 3. Sturgeon, 2003	4. Sako and Murray, 1999 5. Prencipe, 1998	ماژولارسازی	توان یکپارچه‌سازی سیستم
1. Sanchez&Mahoney, 1996 2. Sapolsky, 2003	3. Davies and Hobday, 2005 4. Rothwell, 1992	مهندسی سیستم	یادگیری
1. Coombs and Hull, 1997 2. Hansen et al, 1994 3. Winch, 1997	4. Nonaka et al, 2003 5. Hobday, 1998	یادگیری از طریق تکرار	
خبرگان		همکاری تکنولوژیک	
1. Hall and Andriani, 2002 2. Bonaccorsi and Giuri, 2000 3. Chen et al, 2007	4. Hobday, 1998 5. Gann and Salter, 1998 3. Hansen et al, 1994	کسب، یکپارچه‌سازی و توزیع دانش از شبکه	مدیریت دانش

۳- روش پژوهش

ر این تحقیق، براساس بررسی عوامل اشاره شده در بخش ادبیات و مبانی نظری موضوع پژوهش، مجموعه‌ای از عوامل جهت ترسیم مدل مفهومی تحقیق استخراج شده است (شکل ۱). روش تحقیق میدانی و همبستگی به عنوان روش تحقیق مورد استفاده در این پژوهش مطرح می‌شود. البته برای دستیابی به مؤلفه‌ها و شاخص‌های مورد استفاده، ابتدا این عوامل از طریق مصاحبه‌های نیمه ساختار یافته با ۳ نفر از خبرگان دانشگاهی و سازمان صنایع هوایی اصلاح و جمع‌بندی نهایی از مدل توسط خبرگان تأیید گردید. لازم به ذکر است که طی انجام مصاحبه‌ها با خبرگان، دو زیرشاخص دیگر نیز به مجموعه عوامل استخراج شده از ادبیات اضافه گردید که عبارت‌اند از: مدیریت پروژه و همکاری تکنولوژیک. سپس مجموعه عوامل در پرسشنامه‌ای مشتمل بر دو بخش تنظیم شد. در بخش اول میزان اهمیت (وضع مطلوب) و در بخش دوم میزان توجه به هر عامل در پروژه بالگرد ملی (وضع موجود) با استفاده از طیف لیکرت آزمون گردید. در مجموع ۴۰ نفر از مدیران و کارشناسان واحدهای مرتبط با پروژه بالگرد ملی در سازمان صنایع هوایی و سازمان پشتیبانی و نوسازی هلیکوپترهای ایران (پنپها) به تکمیل این پرسشنامه مبادرت نمودند. جهت بررسی نتایج پرسشنامه ابتدا با استفاده از نرم‌افزار spss میزان آلفای کرونباخ ۰/۷۲ محاسبه شد که نشان داد پرسشنامه از پایایی مطلوب برخوردار است. سپس به منظور تأیید یا رد عوامل حیاتی تحلیلی عاملی تأییدی با استفاده از نرم‌افزار اسمارت پی‌ال‌اس بر روی داده‌ها صورت پذیرفت و در ادامه آزمون t-test میانگین جهت تحلیل و استخراج نقاط قوت و ضعف نوآوری در محصولات و سیستم‌های پیچیده در پروژه تولید بالگرد ملی به کار گرفته شد که در ادامه و در بخش تجزیه و تحلیل نتایج ارائه می‌گردد.

در شکل ۲ مدل مفهومی پژوهش ارائه شده است که حاصل مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه‌های نیمه ساختار یافته با خبرگان این حوزه می‌باشد.

براین اساس می‌توان سؤال اصلی تحقیق حاضر را به شرح زیر بیان نمود:

- عوامل حیاتی موفقیت نوآوری در پروژه بالگرد ملی چیست؟

۳-۱- مورد مطالعه: پروژه بالگرد ملی سازمان صنایع هوایی

سازمان صنایع هوایی یکی از سازمان‌های تابعه وزارت دفاع جمهوری اسلامی ایران می‌باشد. این سازمان نه تنها عمده‌ترین مرکز تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری در امور مربوط به صنایع هوایی است

بلکه به‌عنوان یک سازمان راهبردی که قادر به برنامه‌ریزی‌های بلندمدت استراتژیک و نیز برنامه‌های میان‌مدت جهت خرید و فروش انواع پرنده‌های بال ثابت و بالگرد و موتورهای هوایی نیز به‌شمار می‌آید. سازمان صنایع هوایی با بهره‌گیری از توانمندی‌های شرکت‌ها و صنعت‌های زیر مجموعه قادر به طراحی و ساخت انواع هواگردها، انجام تعمیرات سنگین و نیمه سنگین و نیز پشتیبانی از وسایل پرنده موجود می‌باشد.

با توجه به نیاز روزافزون سازمان‌ها و ارگان‌های گوناگون کشور به خدمات ناوگان بالگردی در بخش نظامی و غیرنظامی و همچنین با توجه به محدودیت‌های متعدد موجود به دلیل تحریم صنایع هوایی از سوی کشورهای پیشرفته غربی، شرکت پشتیبانی و نوسازی بالگردهای ایران (پن‌ها)، به‌عنوان بزرگ‌ترین مرکز ارائه خدمات فنی و پشتیبانی ناوگان بالگردی در منطقه خاورمیانه، علاوه بر وظایف قبلی، مأمور به طراحی و ساخت بالگرد جهت پاسخگویی به نیاز کاربران در سطح کشور نیز می‌باشد. در این راستا، شرکت پن‌ها با شناسایی و ارزیابی دقیق نیازمندی‌های بازار (نظامی / غیرنظامی) در یک افق بلندمدت و در چارچوب تدابیر ابلاغی ستاد کل نیروهای مسلح اقدام به تدوین الگوی بالگرد نموده و از سوی سازمان صنایع هوایی به‌عنوان متولی و مجری اصلی «پروژه طراحی و ساخت بالگرد ملی» مأمور به این امر مهم گردیده‌است. الگوی بالگرد ملی صبا ۲۴۸ به‌منظور پاسخگویی به طیف نسبتاً گسترده‌ای از مشتریان نظامی / غیرنظامی طراحی شده و به همین دلیل بالگردی چند منظوره است. مهم‌ترین مأموریت‌های قابل انجام توسط این بالگرد حمل و نقل بار و مسافر، عملیات جست‌وجو و نجات، خدمات اورژانس و آمبولانس هوایی و عکس‌برداری و شناسایی است.

۳-۲- مدل مفهومی تحقیق

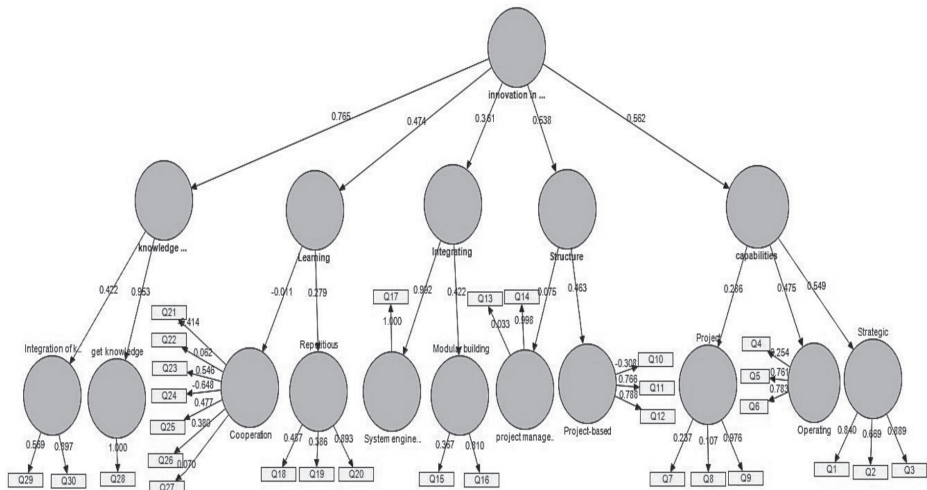
در ذیل (شکل ۱) جمع‌بندی عوامل استخراج‌شده از ادبیات به همراه عوامل اضافه‌شده حاصل از مصاحبه با خبرگان مشاهده می‌شود:



شکل ۱. مدل مفهومی تحقیق

۴- تجزیه و تحلیل یافته‌ها

در این بخش از پژوهش به تحلیل کمی داده‌ها پرداخته می‌شود. پس از استخراج عوامل اشاره شده در بخش ادبیات و مبانی نظری موضوع پژوهش، مجموعه‌ای از عوامل جهت ترسیم مدل مفهومی مشخص شد و بعد از انجام مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته مدل نهایی ارائه گردید. سپس مجموعه عوامل در پرسشنامه‌ای مشتمل بر دو بخش وضعیت مطلوب و وضعیت موجود تنظیم شد. به منظور تحلیل نتایج پرسشنامه‌ها ابتدا با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی و نرم‌افزار اسمارت پی‌ال‌اس به تأیید عوامل شناسایی شده پرداخته شده و سپس با به کارگیری آزمون t-test میانگین نقاط قوت و ضعف پروژه بالگرد ملی از منظر شاخص‌های شناسایی شده مشخص شده است. در تحلیل عاملی تأییدی از قبل یک مدل و تئوری از پیش تعریف شده وجود دارد و محقق قصد بررسی این موضوع را دارد که آیا شواهد تجربی این تئوری را مورد حمایت قرار می‌دهند یا خیر. این کار از طریق بررسی بارهای عاملی و معناداری آن‌ها بین یک متغیر مکنون و متغیرهای مشاهده شده مربوطه صورت می‌گیرد. این روش درصدد تعیین این مسئله است که آیا عامل‌هایی که اندازه‌گیری شده‌اند با آنچه به صورت تئوری و مدل نظری انتظار می‌رفت انطباق دارد (حبیب‌پور و صفری، ۱۳۹۰). همانگونه که در مدل تحقیق که در حالت نمایش بارهای عاملی نشان داده شده است (شکل ۲) بارهای عاملی بین متغیرهای قابلیت‌های سازمانی و مدیریت دانش از مقادیر بالاتری برخوردارند و این نشان از رابطه قوی این شاخص‌ها و نوآوری دارد. این مسئله بیانگر این است که شاخص‌ها به خوبی توانسته‌اند متغیر مربوط به خودشان را پوشش دهند.



شکل ۲. مقادیر بارهای عاملی

مقادیر معناداری t نیز نشان دادند که تمامی فرضیه‌های اصلی مدل مورد قبول است و مقدار t آن‌ها خارج از بازه $-۱,۹۶$ تا $+۱,۹۶$ می‌باشد. این امر معنادار بودن تمامی روابط بین پنج متغیر اصلی و نوآوری را در سطح اطمینان ۹۵% نشان می‌دهد. اما در سطح زیر شاخص‌ها رابطه یادگیری با همکاری تکنولوژیک و رابطه ساختار و سازماندهی با مدیریت پروژه رد شده‌است. با رد دو زیرشاخص همکاری تکنولوژیک و مدیریت پروژه نیاز است که این دو متغیر حذف و مدل اصلاح‌شده مجدداً در نرم‌افزار پی‌ال‌اس مورد سنجش واقع گردد. در جدول ۳ مقادیر معناداری t و بار عاملی متناظر با هر کدام از شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها در حالت موجود پس از اصلاح مدل آورده شده‌است:

جدول ۳. مقادیر معناداری t و بار عاملی در حالت موجود

شاخص	مقدار t	بار عاملی	زیرشاخص	مقدار t	بار عاملی
قابلیت‌های سازمانی	۱۱/۷۵۹	۰/۵۶۲	استراتژیک	۷/۳۶۴	۹/۵۴۹
			عملیاتی	۴/۸۲۷	۰/۴۷۵
			پروژه‌ای	۲/۷۱۸	۰/۲۸۵
ساختار سازمانی	۱۱/۸۷۸	۰/۵۳۹	سازمان پروژه‌محور	۴/۷۵۷	۰/۴۶۷
یکپارچه‌سازی سیستم‌ها	۲/۸۹۸	۰/۳۶۱	ماژولار سازی	۳/۹۸۴	۰/۴۲۲
			مهندسی سیستم	۵۵/۳۲۹	۰/۹۸۲
یادگیری	۷/۹۰۸	۰/۴۸	یادگیری از طریق تکرار	۲/۷۸۴	۰/۲۸
مدیریت دانش	۱۳/۲۸۷	۰/۷۶۵	کسب دانش	۹۲/۵۶۶	۰/۹۵۳
			یکپارچه‌سازی و توزیع دانش	۸/۱۴۱	۰/۴۲۲

۴-۱- بررسی ضرایب استاندارد شده مسیرهای مربوط به عوامل حیاتی موفقیت

در این قسمت رابطه عوامل حیاتی شناسایی شده با نوآوری در محصولات و سیستم‌های پیچیده تحقیق مورد بررسی قرار می‌گیرند. این امر با استفاده از مقدار t values حاصل از داده‌های وضعیت موجود

صورت می‌پذیرد. بدین صورت که هرکدام از روابط که مقدار آماره t آن بالاتر از ۱,۹۶ باشد در سطح اطمینان ۹۵ درصد می‌توان آن عامل را بر نوآوری در cops موثر دانست.

• **رابطه اول:** تأثیر قابلیت‌های سازمانی بر نوآوری در cops

همان‌گونه که در مدل در حالت نمایش مقادیر t نشان داده شده‌است مقدار t مسیر بین این دو متغیر برابر ۱۱/۷۵۹ می‌باشد که حاکی از تأیید این رابطه است. همچنین شدت رابطه بین این دو متغیر ۰/۵۶۲ است که رابطه‌ای خوب برآورد می‌شود

• **رابطه دوم:** ساختار سازمانی و مدیریت پروژه بر نوآوری در cops

همان‌گونه که در مدل در حالت نمایش مقادیر t نشان داده شده‌است مقدار t مسیر بین این دو متغیر برابر ۱۱/۸۷۸ می‌باشد که حاکی از تأیید این رابطه است. همچنین شدت رابطه بین این دو متغیر ۰/۵۳۹ است که رابطه‌ای قوی برآورد می‌شود.

• **رابطه سوم:** توان یکپارچه‌سازی سیستم بر نوآوری در cops

همان‌گونه که در مدل در حالت نمایش مقادیر t نشان داده شده‌است مقدار t مسیر بین این دو متغیر برابر ۲/۸۹۸ می‌باشد که حاکی از تأیید این رابطه است. همچنین شدت رابطه بین این دو متغیر ۰/۳۶۱ است که رابطه‌ای متوسط برآورد می‌شود

• **رابطه چهارم:** یادگیری و همکاری تکنولوژیک بر نوآوری در cops

همان‌گونه که در مدل در حالت نمایش مقادیر t نشان داده شده‌است مقدار t مسیر بین این دو متغیر برابر ۷/۹۰۸ می‌باشد که حاکی از تأیید این رابطه است. همچنین شدت رابطه بین این دو متغیر ۰/۴۸ است که رابطه‌ای خوب برآورد می‌شود

• **رابطه پنجم:** مدیریت دانش در نوآوری در cops

همان‌گونه که در مدل در حالت نمایش مقادیر t نشان داده شده‌است مقدار t مسیر بین این دو متغیر برابر ۱۳/۲۸۷ می‌باشد که حاکی از تأیید این رابطه است. همچنین شدت رابطه بین این دو متغیر ۰/۷۶ است که رابطه‌ای قوی برآورد می‌شود.

۴-۲- نتایج t -test میانگین

در این بخش نتایج حاصل از آزمون t -test روی شاخص‌هایی که در تحلیل عاملی پذیرفته شده‌اند

خلاصه شده تا بتوان به نقاط قوت و ضعف پروژه بالگرد ملی دست یافت. در جدول ۴ و جدول ۵ به ترتیب نتایج آزمون روی داده‌های وضعیت مطلوب و وضعیت موجود مشاهده می‌شود:

جدول ۴. نتایج آزمون t برای شاخص‌های وضعیت مطلوب

نتیجه	95% Confidence Interval of the Difference		Mean Difference	Sig. (2-tailed)	t	مولفه‌ها	ردیف
	Upper	Lower					
قوی	۱/۹۵۵۵	۱/۶۶۹۵	۱/۸۱۲۵۰	۰/۰۰۰	۲۵/۸۵۵	قابلیت‌های سازمانی	A
قوی	۱/۸۱۵۴	۱/۳۷۲۱	۱/۵۹۳۷۵	۰/۰۰۰	۱۴/۶۶۳	ساختار و سازمان‌دهی	B
قوی	۱/۸۳۰۲	۱/۴۸۲۳	۱/۶۵۶۲۵	۰/۰۰۰	۱۹/۴۱۶	یکپارچه‌سازی سیستم	C
قوی	۱/۹۷۶۸	۱/۷۱۰۷	۱/۸۴۳۷۵	۰/۰۰۰	۲۸/۲۷۳	یادگیری	D
قوی	۱/۸۳۰۲	۱/۴۸۲۳	۱/۶۵۶۲۵	۰/۰۰۰	۱۹/۴۱۶	مدیریت دانش	E

جدول ۵. نتایج آزمون t برای شاخص‌های وضعیت موجود

نتیجه	95% Confidence Interval of the Difference		Mean Difference	Sig. (2-tailed)	t	مولفه‌ها	ردیف
	Upper	Lower					
قوی	۰/۶۱۹۲	۰/۲۵۵۸	۰/۴۳۷۵۰	۰/۰۰۰	۴/۹۱۰	قابلیت‌های سازمانی	A
ضعیف	-۰/۳۵۳۹	-۰/۸۳۳۶	-۰/۵۹۳۷	۰/۰۰۰	-۵/۰۴۹	ورود به بازارهای مستعد	A1
قوی	۰/۸۹۱۷	۰/۴۲۰۸	۰/۶۵۶۲۵	۰/۰۰۰	۵/۶۸۵	ارتباط بلندمدت با تامین‌کنندگان	A2
متوسط	۰/۴۰۱۰	-۰/۰۲۶۰	۰/۱۸۷۵۰	۰/۰۸۳	۱/۷۹۱	انعطاف‌پذیری	A3
قوی	۱/۱۶۲۷	۰/۷۷۴۸	۰/۹۶۸۷۵	۰/۰۰۰	۱۰/۱۸۸	R&D داخلی	A4
قوی	۱/۶۱۲۵	۱/۰۷۵۰	۱/۳۴۳۷۵	۰/۰۰۰	۱۰/۱۹۹	سطح طراحی	A5
قوی	۰/۵۱۷۷	۰/۱۶۹۸	۰/۳۴۳۷۵	۰/۰۰۰	۴/۵۳۰	توان سیستم خرید	A6

نتیجه	95% Confidence Interval of the Difference		Mean Difference	Sig. (2-tailed)	t	مولفه‌ها	ردیف
	Upper	Lower					
قوی	۰/۹۰۸۶	۰/۵۹۱۴	۰/۷۵۰۰۰	۰/۰۰۰	۹/۶۴۴	شناسایی دقیق نیاز مشتری	A7
قوی	۱/۰۵۰۷	۰/۶۳۶۸	۰/۸۴۳۷۵	۰/۰۰۰	۸/۳۱۳	جمع‌آوری اطلاعات کامل	A8
ضعیف	-۰/۱۴۷۱	-۰/۵۴۰۴	-۰/۳۴۳۷۵	۰/۰۰۱	-۳/۵۶۶	زمان بندی فعالیت‌های پروژه	A9
قوی	۰/۷۱۴۰	۰/۳۴۸۵	۰/۵۳۱۲۵	۰/۰۰۰	۵/۹۲۷	ساختار و سازمان دهی	B
قوی	۰/۵۵۲۳	۰/۱۹۷۷	۰/۳۷۵۰۰	۰/۰۰۰	۴/۰۱	ایجاد مهارت‌های چندگانه	B1
قوی	۰/۹۳۲۷	۰/۶۲۹۸	۰/۷۸۱۲۵	۰/۰۰۰	۱۰/۵۲۲	تسهیل نوآوری مبتنی بر نیاز مشتری	B2
قوی	۰/۴۰۸۶	۰/۰۹۱۴	۰/۲۵۰۰۰	۰/۰۰۳	۳/۲۱۵	توان مدیریت پیچیدگی	B3
قوی	۱/۰۲۶۹	۰/۷۲۳۱	۰/۸۷۵۰۰	۰/۰۰۰	۱۱/۷۵۱	یکپارچه‌سازی سیستم	C
قوی	۰/۸۳۳۶	۰/۳۵۳۹	۰/۵۹۳۷۵	۰/۰۰۰	۵/۰۴۹	تعویض پذیری قطعات	C1
قوی	۰/۹۰۸۶	۰/۵۹۱۴	۰/۷۵۰۰۰	۰/۰۰۰	۹/۶۴۴	برون سپاری	C2
قوی	۱/۰۹۷۵	۰/۷۱۵۰	۰/۹۰۶۲۵	۰/۰۰۰	۹/۶۶۷	توان طراحی و مدیریت سیستم	C3
قوی	۱/۰۳۲۵	۰/۹۰۵۰	۰/۹۶۸۷۵	۰/۰۰۰	۳۱/۰۰۰	یادگیری	D
قوی	۱/۳۰۵۸	۰/۸۸۱۷	۱/۰۹۳۷۵	۰/۰۰۰	۱۰/۵۲۲	شباهت با دیگر پروژه‌ها	D1
قوی	۱/۲۸۵۰	۰/۹۰۲۵	۱/۰۹۳۷۵	۰/۰۰۰	۱۱/۶۶۷	وجود افراد مشترک با دیگر پروژه‌ها	D2
قوی	۰/۹۰۸۶	۰/۵۹۱۴	۰/۷۵۰۰۰	۰/۰۰۰	۹/۶۴۴	استفاده از تجارب پروژه‌ها	D3
قوی	۱/۸۳۰۲	۱/۴۸۲۳	۱/۶۵۶۲۵	۰/۰۰۰	۱۹/۴۱۶	مدیریت دانش	E
قوی	۰/۹۰۱۰	۰/۴۷۴۰	۰/۶۸۷۵۰	۰/۰۰۰	۶/۵۶۶	تعامل دانشی مستمر با تامین کنندگان	E1

نتیجه	95% Confidence Interval of the Difference		Mean Difference	Sig. (2-tailed)	t	مولفه‌ها	ردیف
	Upper	Lower					
قوی	۰/۵۱۷۷	۰/۱۶۹۸	۰/۳۴۳۷۵	۰/۰۰۰	۴/۰۳۰	تأثیر دانش جدید در فرآیند توسعه محصول	E2
متوسط	۰/۰۷۴۱	-۰/۲۶۱۶	-۰/۰۹۳۷۵	۰/۲۶۳	-۱/۱۳۹	ارتقای سطح دانشی تأمین‌کنندگان	E3

نتایج حاصل از آزمون t-test میانگین روی داده‌های وضعیت موجود و وضعیت مطلوب در جدول ۴ و ۵ به‌طور خلاصه به نمایش درآمده‌است. لازم به ذکر است که به دلیل قوی بودن تمامی زیرشاخص‌ها در حالت مطلوب به ذکر وضعیت شاخص‌های اصلی بسنده شد. همان‌طور که مشخص است تمامی شاخص‌های اصلی در وضعیت مطلوب و وضعیت موجود از اهمیت بالایی برخوردارند اما چند زیرشاخص در وضعیت موجود یا به عبارت بهتر در پروژه بالگرد ملی دارای وضعیت نامطلوب یا متوسط هستند. این شاخص‌ها عبارتند از: ورود به بازارهای مستعد، انعطاف‌پذیری، زمان‌بندی فعالیت‌های کنترل پروژه، و تأثیرگذاری دانش جدید در توسعه محصول و ارتقای سطح دانشی تأمین‌کنندگان.

۵- نتیجه‌گیری

عوامل استخراج‌شده از ادبیات موجود عبارتند از: قابلیت‌های سازمانی (قابلیت‌های پروژه‌ای، قابلیت‌های عملیاتی و قابلیت‌های استراتژیک)، ساختار سازمانی (سازمان پروژه‌محور و مدیریت پروژه)، توان یکپارچه‌سازی سیستم (ماژولارسازی و مهندسی سیستم)، یادگیری (یادگیری از طریق تکرار و همکاری تکنولوژیک)، و مدیریت دانش (کسب دانش از شبکه، یکپارچه‌سازی و توزیع دانش). این عوامل به قضاوت خبرگان (اساتید و خبرگان سازمان صنایع هوایی و سازمان پشتیبانی و نوسازی هلیکوپتر ایران) گذاشته شد و در نهایت تمامی عوامل مستخرج از ادبیات این حوزه توسط خبرگان تأیید گردید. بدین معنی که نقش غیرقابل انکاری در نوآوری در محصولات و سیستم‌های پیچیده ایفا می‌کنند. با این حال نتایج آزمون T جهت رد یا تأیید روابط و بارهای عاملی حاصل نشان داد که دو مؤلفه مدیریت پروژه (شاخص ساختار سازمانی) و مکانیزم‌های همکاری تکنولوژیک (شاخص یادگیری)

می‌بایست از شاخص‌های تأثیرگذار بر نوآوری در پروژه بالگرد ملی سازمان پنهان حذف گردند. از سوی دیگر نتایج به‌دست‌آمده از آزمون T میانگین برای وضعیت موجود در پروژه بالگرد ملی حاکی از آن است که زیرشاخص‌های ورود به بازارهای مستعد، زمان‌بندی فعالیت‌های پروژه، ارتقای سطح دانشی تأمین‌کنندگان، انعطاف‌پذیری و توان مدیریت پیچیدگی از وضعیتی ضعیف تا متوسط در این پروژه برخوردارند. لذا پیگیری سیاست‌های زیر می‌تواند برای این سازمان و تحریک نوآوری موفقیت‌آمیز در آن مؤثر واقع شود.

ورود به بازارهای مستعد. ورود به بازارهای مستعد و خروج از بازارهای ضعیف به‌عنوان یکی از توانمندی‌های استراتژیک سازمان محسوب می‌شود. علی‌رغم این‌که ورود به بازارهای جدید یکی از نقاط قوت پنهان در سال‌های اخیر بوده‌است می‌توان راهبردهای زیر را در جهت تقویت هر چه بیشتر این توانمندی به‌کار گرفت:

- شناسایی بازارهای مستعد
- شناخت قابلیت‌های موجود در سازمان
- شناخت مشتریان و نیازهای آن‌ها با تمرکز بر نیچ‌های بازار
- همکاری با افراد یا سازمان‌هایی که دسترسی به بازارهای مستعد دارند
- خلق نیاز در بازارها و مشتریان بالفعل و بالقوه با تکیه بر فعالیت‌های نوآورانه
- تکمیل زنجیره عرضه

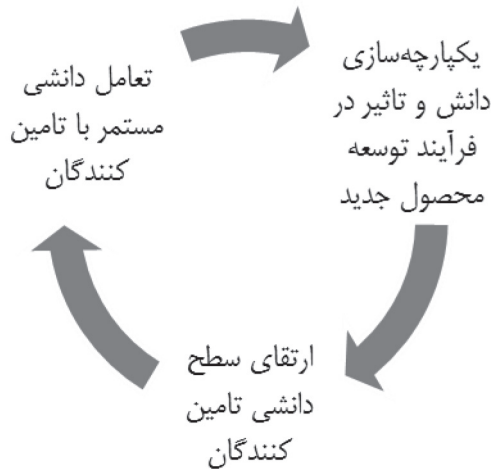
انعطاف‌پذیری. انعطاف‌پذیری در کنار ورود به بازارهای مستعد و ارتباط بلندمدت با تأمین‌کنندگان موجب تقویت قابلیت‌های استراتژیک سازمان می‌گردد. از سوی دیگر انعطاف‌پذیری را می‌توان یکی از اهداف سازمان‌های پروژه‌محور و همچنین یکپارچه‌سازی سیستم‌ها دانست. لذا با این مقدمه می‌توان راهکارهای زیر را در پیش گرفت:

- حرکت هر چه بیشتر به سمت تولید محصولات ماژولار
- آموزش مهارت‌های جدید به کارکنان و گزینش منابع انسانی چندمهارته
- حرکت به سمت ساختارهای سازمانی منعطف
- استفاده از فرآیندهای تولید منطبق با محصولات متنوع
- برون‌سپاری فعالیت‌های جانبی سازمان

زمان‌بندی فعالیت‌های پروژه. قابلیت‌های پروژه‌های از ارکان اصلی سازمان‌های پروژه‌محور محسوب شده و تقویت مهارت‌های پروژه و کنترل آن با پیشرفت کل سازمان همراه خواهد بود. لذا سازمان با شناسایی دقیق نیازهای مشتری و جمع‌آوری اطلاعات کامل و زمان‌بندی فعالیت‌های آن به این مهم دست خواهد یافت. پیشنهادات زیر در جهت تقویت زمان‌بندی پروژه‌های سازمان ارائه شده‌اند:

- استفاده از تکنیک‌های به روز کنترل پروژه
- به‌کارگیری نیروی انسانی متخصص در حوزه مدیریت پروژه
- برگزاری دوره‌های آموزشی مدیریت و کنترل پروژه و نرم‌افزار stage-gate
- استفاده از مشاوران بیرونی یا برون‌سپاری فعالیت‌های کنترل پروژه

ارتقای سطح دانشی تأمین‌کنندگان. فرآیند مدیریت دانش در محصولات و سیستم‌های پیچیده بر سه فعالیت اساسی استوار است (چن و دیگران، ۲۰۰۷). این سه فعالیت در شکل زیر نشان داده شده‌اند:



شکل ۳. فرآیند مدیریت دانش در CoPS

لذا به‌منظور افزایش تعامل دانشی با تأمین‌کنندگان می‌بایست این چرخه کارکرد خود را به درستی ایفا کند.

در پایان ذکر این نکته لازم است که علی‌رغم این که همکاری تکنولوژیک در خلال تحقیقات حذف

گردید اما مصاحبه با خبرگان و همچنین روند فعالیت این سازمان در حوزه همکاری‌های تکنولوژیک نشان از اهمیت این عامل در خلق و گسترش نوآوری داشته‌است. به‌عنوان مثال می‌توان به آموزش طراحی بالگرد توسط متخصصین اوکراینی و الگوبرداری از طراحی بالگرد از شرکت‌هایی همچون آگوستای ایتالیا اشاره نمود. لذا چرایی رد همکاری‌های تکنولوژیک و همچنین بسط آن در بستر سازمان صنایع هوایی می‌تواند موضوع پژوهش‌های آتی قرار گیرد.

منابع

- حبیب‌پور، کرم و صفری، رضا (۱۳۹۰) *راهنمای جامع کاربرد SPSS در تحقیقات پیمایشی*؛ تهران: انتشارات متفکران، چاپ چهارم
- منطقی، علی؛ منطقی، منوچهر؛ و طباطبائیان، حبیب‌الله. یکپارچه‌سازی سیستم‌ها یک توانمندی کلیدی در حوزه سیستم‌ها و محصولات پیچیده (CoPS). *چهارمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت فناوری*، ۱۳۹۳.
- Abegglen, J. C. (1994). *Sea change: Pacific Asia as the new world industrial center*. Free Press,.
- Bonaccorsi, A. and Giuri, P. (2000), When shakeout doesn't occur: the evolution of the turboprop engine industry, *Research Policy*, Vol. 29
- Chandler, A.D., (1990). *Scale and Scope: The Dynamics of Industrial Capitalism*. Belknap Press of Harvard Univ. Press, Cambridge, MA.
- Chen, Jin., Tong, Liang., Ngai, Eric, (2007). Inter-organizational knowledge management in complex products and systems Challenges and an exploratory framework. *Journal of Technology Management in China* Vol. 2 No. 2.
- Coombs, R. and Hull, R. (1997). Knowledge management practices and path-dependency in innovation, *Centre for Research on Innovation and Competition (CRIC) Discussion Paper No. 2*, Manchester.
- Davies, A. and Brady, T. (2000). Organisational capabilities and learning in complex product systems: towards repeatable solutions. *Research Policy* 29.
- Davies, A. and Brady, T. (2000). Policies For a Complex Product System. *Futures*, Vol. 30, No. 4, pp. 293-304
- Davies, A., Hobday, M. (2005). *The Business of Projects. Managing Innovation in Complex Products and System*. Cambridge University Press.

- Doran, D. and Hill, A. (2008). A review of modular strategies and architecture within manufacturing operations. *Journal of Automobile Engineering*, 65-75.
- Gann, D. M., & Salter, A. (1998). Learning and innovation management in project-based, service-enhanced firms. *International Journal of Innovation Management*, 2(04), 431-454.
- Gann, D. M., & Salter, A. J. (2000). Innovation in project-based, service-enhanced firms: the construction of complex products and systems. *Research policy*, 29(7), 955-972.
- Hall, R. and Andriani, P. (2002), Managing knowledge for innovation, *Long Range Planning*, Vol. 35, pp. 29-48.
- Hamel, G., Prahalad, C.K., (1994). *Competing for the Future*. Harvard Business School Press, Boston, MA.
- Hansen, M. T., Nohria, N. and Tierney, T. (1994) *What's your strategy for managing knowledge*, in Harvard Business Review on Organizational Learning, Boston, MA: Harvard Business School
- Hardstone, G., (2004). Capabilities, Structures and Strategies Re-Examined: Incumbent Firms and the Emergence of Complex Product Systems (CoPS) in Mature Industries. *Technology Analysis & Strategic Management*, Vol. 16, No. 2, 173-196.
- Hobday, M. (2000) Innovation in complex products and system. Editorial Paper. *Research Policy* 29, 793-804
- Hobday, M. (2000), The project-based organization: an ideal form for managing complex products and systems? *Research Policy*, 29, 871-893.
- Hobday, M. and A. Davies, (2005). *The Business of Projects: Managing Innovation in Complex Products and Systems*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Hobday, M., and H. Rush, (1999), Technology management in complex product systems (CoPS) — ten questions answered, *International Journal of Technology Management*, 17, 618-638.
- Huang, L. S., & Lai, C. P. (2012). An investigation on critical success factors for knowledge management using structural equation modeling. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 40, 24-30.
- Kiamehr, Mehdi; Hobday, Mike; Hamed, Mohsen. (2015). Latecomer firm strategies in complex product systems (CoPS): The case of Iran's thermal electricity generation

- systems. *Research Policy*, Volume 44, Issue 6, 1240-1251.
- Middleton, C. J. (1967). *How to set up a project organization*, Harvard Business Review, March–April, 73–82.
 - Miller, R., M. Hobday, T. Lerroux-Demers, and X. Olleros, (1995) Innovation in complex systems industries: the case of flight simulation, *Industrial Corporate and Change*, 4(2), 363-400.
 - Nightingale, p. Nightingale, p. (2000), The product–process–organisation relationship in complex development projects., *Research Policy* 29 913–930.
 - Nonaka, I. and Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge-Creating Company*, New York: Oxford University Press.
 - Oshri, I. and Newell, S. (2005), Component sharing in complex product and systems: challenges, solutions, and practical implications, *IEEE Transaction on Engineering Management*, Vol. 52 No. 4, pp. 509-21.
 - Park, S. (2012). *Sharing Asian experiences: Promoting FDI effectively. Rajaratnam School of International Studies, Nanyang Technological University, Singapore.*
 - Penrose, E., (1959). *The Theory of the Growth of the Firm*. Revised. edn. 1995 Oxford Univ. Press.
 - Prencipe, A. (1998), *Modular Design and Complex Product Systems: Facts, Promises, and Questions*. Working paper.
 - Rothwell, R. (1992). Successful industrial innovation: critical factors for the 1990s, *R&D Management*, 22 (3), 221–239.
 - Sako, M. and Murray, F. (1999). *Modular strategies in cars and computers. Survey-Mastering Strategy Part 11.*
 - Sanchez, R. and Mahoney, (1996), Modularity, flexibility, and knowledge management in product and organisation design, *Strategic Management Journal*, Winter Special Issue, pp. 63-76.
 - Sapolsky, H. M. (2003). Inventing systems integration, in A. Prencipe, A. Davies and M. Hobday (eds.) *The Business of Systems Integration*, Oxford: Oxford University Press
 - Si, Yaqi., Chen, Jin., Zhou, Yisha. (2011), *A Case Study on the Innovation and Production of China Railway High-speed: In the Perspective of Complex Product*

Systems Innovation., *IEEE*

- Tseng, M. Wu, K. Nguyen, T. (2011). Information technology in supply chain management: a case study. International Conference on Asia Pacific Business Innovation & Technology Management. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 25, 257 – 272
- Winch, C. (1997), The representational theory of learning and its pedagogic relevance. *Educational Philosophy and Theory*, 29: 67–82
- Ying-Tao, R. and Khim, T. (2006) Research Challenges On Complex Product Systems (CoPS) Innovation. *Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers*, Vol. 23, No. 6, pp. 519-529
- Zhang, Lu., Hu, Hao. (2011) Using Complex Products and Systems in the Pharmaceutical Innovation: Case study of R&D project in pharmaceutical industry. *IEEE*
- Zhang, Mier., Tian, Dan. (2009) Integrated innovation in complex products and system based on niche strategy. 2009 *World Congress on Computer Science*
- Zhang, W., & Igel, B. (2001). Managing the product development of China's SPC switch industry as an example of CoPS. *Technovation*, 21(6), 361-368.